



University of Groningen

Mobile ions in metal-oxide-silicon structures; effects of ion implantation and annealing

Greeuw, Gerrit

IMPORTANT NOTE: You are advised to consult the publisher's version (publisher's PDF) if you wish to cite from it. Please check the document version below.

Document Version

Publisher's PDF, also known as Version of record

Publication date:

1984

[Link to publication in University of Groningen/UMCG research database](#)

Citation for published version (APA):

Greeuw, G. (1984). Mobile ions in metal-oxide-silicon structures; effects of ion implantation and annealing. s.n.

Copyright

Other than for strictly personal use, it is not permitted to download or to forward/distribute the text or part of it without the consent of the author(s) and/or copyright holder(s), unless the work is under an open content license (like Creative Commons).

Take-down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Downloaded from the University of Groningen/UMCG research database (Pure): <http://www.rug.nl/research/portal>. For technical reasons the number of authors shown on this cover page is limited to 10 maximum.

Samenvatting

MOBIELE IONEN IN METAAL-OXYDE-SILICIUM STRUCTUREN; EFFECTEN VAN IONENIMPLANTATIE EN LOUTERING

Dit proefschrift gaat over het transport van alkali ionen in oxyde lagen, verkregen door oxydatie van monocristallijn silicium. Door bovenop het dunne SiO_2 laagje (de dikte is ongeveer 10^{-5}cm) metalen electrodes te maken, krijgen we dan een metaal-oxyde-silicium of kortweg MOS structuur. De beweeglijke alkali ionen (Na^+ , Li^+ en K^+) in het oxyde kunnen zich verplaatsen onder invloed van een aangelegd elektrisch veld. Deze ladingsverschuiving heeft gevolgen voor de elektrische eigenschappen van het onderliggende silicium oppervlak. Omdat silicium het materiaal is waarmee tegenwoordig bijna alle microelectronica gemaakt wordt ("chips"), zijn deze mobiele ionen effecten belangrijk voor de betreffende industrie. Zo kon bijvoorbeeld de bekende MOSFET ¹⁾ in het begin van de jaren '60 niet in productie genomen worden doordat Na^+ ionen in het oxyde elektrische instabiliteit veroorzaakten. Momenteel zijn de problemen met de alkali ionen in het SiO_2 gedeels verholpen. Niettemin blijven er genoeg interessante vraagstukken over. Eén van deze vragen betreft de mogelijke toepassing van halogenen, met name Cl, in het oxyde om het beweeglijke natrium vast te leggen (passiveren). Andere problemen zijn meer fundamenteel van aard, bijvoorbeeld met betrekking tot de relatie tussen de grootte van het alkali ion en de mobiliteit in het oxyde enerzijds en de microscopische eigenschappen van het oxyde anderzijds. Bovengenoemde en andere zaken hebben we bestudeerd, hoofdzakelijk door middel van implantatie van halogeen- of alkali ionen in het oxyde.

De inhoud van de hoofdstukken ziet er als volgt uit.

Hoofdstuk 1: Hierin wordt een historisch overzicht gegeven van het onderzoek naar ionentransport in silicaten en in SiO_2 films op silicium. Daarna komen de doeleinden van dit onderzoek aan de orde en tenslotte de indeling van het proefschrift.

Hoofdstuk 2: Begonnen wordt met een algemene theoretische beschouwing van SiO_2 en metaal-oxyde-silicium (MOS) structuren. De belang-

¹⁾ Metal-oxide-silicon field-effect transistor (zie fig. 1.1).

rijkste modellen van alkali ionen in MOS structuren komen aan de orde. Verder vindt men in dit hoofdstuk een overzicht van de belangrijkste meetmethoden. Aparte paragrafen worden gewijd aan de technologische aspecten en aan de meet opstellingen.

Hoofdstuk 3: De resultaten van Cl^+ , F^+ en Ar^+ ionenimplantatie in het oxyde worden hier behandeld. Een belangrijke conclusie hieruit is, dat, in tegenstelling tot wat verwacht werd en gerapporteerd was, halogeenimplantatie geen passiverende invloed heeft op het altijd aanwezige, beweeglijke natrium. In sommige gevallen werd zelfs een verhoging van de Na^+ concentratie gevonden na implantatie met een hoge dosis van één van bovengenoemde elementen.

Hoofdstuk 4: De negatieve resultaten, vermeld in hoofdstuk 3, hebben geleid tot het idee om Cl^+ , Ar^+ en F^+ ionen in het silicium te implanteren en daarna de oxydelaag te groeien. Op deze manier wordt de implantatieschade grotendeels opgeruimd. Het bleek dat deze procedure een donorniveau veroorzaakte in het silicium vlakbij de overgang Si/SiO_2 . Deze donor was niet bekend uit de literatuur en is daarom door ons uitvoerig onderzocht.

Hoofdstuk 5: Bij het nastoken van geïmplanteerde en niet geïmplanteerde oxydes ("anneal") bleek de nastooktemperatuur van invloed te zijn op de concentratie van mobiele Na^+ ionen. Dit effect is ook uitvoerig onderzocht en een eenvoudig diffusiemodel wordt in dit hoofdstuk gepresenteerd om de resultaten te verklaren.

Hoofdstuk 6: Hierin wordt zowel Na^+ als Li^+ ionentransport in het SiO_2 van MOS structuren onder de loep genomen. Met name over Li^+ in MOS structuren is nauwelijks iets gepubliceerd. Ondanks het duidelijke verschil in ionstraal (Na^+ : 0.95 Å en Li^+ : 0.60 Å) blijkt uit onze metingen dat deze ionen een sterk overeenkomstig gedrag vertonen.

Hoofdstuk 7: Dit laatste hoofdstuk gaat over K^+ ionentransport in MOS structuren. Evenals het natrium en het lithium werd het kalium nauwkeurig gedoseerd in het oxyde geïmplanteerd. K^+ ionen zijn veel trager dan Na^+ en Li^+ ionen en daardoor kan de mobiliteit op twee verschillende manieren gemeten worden. Beide methoden zijn toegepast en leverden goed overeenkomende resultaten op.

De activeringsenergie van de mobiliteit is een functie van de ionstraal. We hebben aangetoond dat onze meetresultaten m.b.t. Na, Li en K goed overeenkomen met een reeds bestaand model.